

doi: 10.11838/sfsc.20170308

陕西关中地区猕猴桃施肥现状评价

胡凡¹, 石磊², 李茹², 李水利², 李献军³, 王小英¹, 同延安^{1*}

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 陕西省土壤肥料工作站, 陕西 西安 710003; 3. 杨凌气象局, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 为了解陕西省关中地区猕猴桃施肥现状及农户养分资源投入中存在的问题, 提出解决问题的对策, 对陕西省关中地区4个县(区)2010~2014年的猕猴桃施肥调查数据进行了分析和评价。结果表明: 陕西关中地区猕猴桃平均产量为 $32.2 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 产量中等农户占64.2%。总氮(N)、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)养分投入量分别为788、505、516 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其中化肥氮(N)、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)养分投入量分别为636、418、395 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。根据养分分级, 农户施用化肥氮磷钾合理的比例分别为6.3%、12.6%和23.2%, 过量比例分别为85.3%、76.9%和47.4%, 不足比例分别为8.4%、10.5%和29.5%。陕西关中地区猕猴桃施肥存在的问题主要包括氮肥和磷肥投入过量, 钾肥投入过量与不足并存, 有机肥投入量不足。今后陕西关中地区猕猴桃施肥的重点是降低氮肥和磷肥的投入, 合理施用钾肥, 增加有机肥的投入。

关键词: 陕西关中地区; 猕猴桃; 施肥; 评价

中图分类号: S147.2; S663.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257(2017)03-0044-06

猕猴桃营养价值极高, 被誉为“水果之王”。目前我国猕猴桃种植面积达16.2万 hm^2 , 产量达176.6万t, 均居世界第一位。陕西省猕猴桃的种植面积和产量均居全国第一位, 分别为6.1万 hm^2 和103.4万t^[1]。陕西关中地区是猕猴桃的适栽区, 也是陕西猕猴桃的集中种植区。农田施肥是保持土壤肥力和增加作物产量的重要环节之一^[2-3], 因此, 调查与研究陕西关中地区猕猴桃施肥状况对猕猴桃的生产具有重要意义。刘侯俊等^[4]对该区域20世纪末果农施肥状况及存在问题进行了报道, 进入新世纪以来, 石磊^[5]对该区域2002年施肥情况进行了简单分析, 但并不涉及具体施肥评价、施肥与产量等方面的研究, 康婷婷^[6]和路永莉等^[7]的猕猴桃施肥研究只涉及秦岭北麓的周至县竹峪镇俞家河小流域。本研究利用陕西关中地区4个县(区)2010~2014年的猕猴桃施肥调查数据, 对该区域猕猴桃施肥状况进行分析, 寻求农户施肥中存在的问题, 以便提出解决对策。

1 材料与方法

1.1 研究区域及数据来源

关中地区是指秦岭北麓渭河冲积平原, 位于陕西中部, 北界北山, 南依秦岭, 西起宝鸡, 东到潼关, 约占全省总面积的19%。其基本地貌类型是河流阶地和黄土台塬; 主要土壤类型为塿土、黑垆土、黄膳土和黄绵土; 海拔高度320~924 m, 年均气温9~14℃, 年降水量494~720 mm, 年日照时数1646~2025 h, 无霜期193~285 d^[8-10]。

数据来源于2010~2014年陕西省关中地区的眉县、长安区、周至县、户县的猕猴桃施肥调查数据。各县选取有代表性的自然村, 随机选取农户进行调查, 调查内容主要包括: 猕猴桃品种、产量、肥料品种与养分含量、施肥量、施肥时期等, 共得到有效调查户数95户。本文果树为7~16年的成龄盛果期树, 品种主要有秦美、亚特、海沃德, 还有少量的徐香、红阳、翠香。

1.2 数据处理

化肥养分含量按产品标注的含量计算, 有机肥养分含量按照《中国有机肥料养分志》^[11]提供的标准值计算。

用Excel进行数据处理分析, 用Sigma Plot 12.5绘制图形。

收稿日期: 2016-03-23; 最后修订日期: 2016-04-25

基金项目: 国际植物营养研究所(IPNI)项目。

作者简介: 胡凡(1993-), 女, 陕西西安人, 在读硕士, 主要从事施肥与环境研究。E-mail: whyhf@126.com。

通讯作者: 同延安, E-mail: tongyanan@nwsuaf.edu.cn。

2 结果与分析

2.1 陕西关中地区猕猴桃产量分布

根据已有试验研究和调查结果将猕猴桃产量分为5级^[4,12-13] (表1)。陕西关中地区猕猴桃平均产量为 $(32.2 \pm 9.6) \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 产量中等的占64.2%, 偏低的占12.6%, 很低的占7.4%, 偏高的占8.4%, 很高的占7.4%。

表1 陕西关中地区猕猴桃产量分布

分级	分级指标 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	样本数	所占比例 (%)
很低	<15	7	7.4
偏低	15~30	12	12.6
中等	30~40	61	64.2
偏高	40~45	8	8.4
很高	≥ 45	7	7.4

2.2 陕西关中地区猕猴桃肥料投入状况

陕西关中地区猕猴桃肥料养分施用量调查表

表2 陕西关中地区猕猴桃肥料投入量

($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)

指标	总用量			化肥			有机肥		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
最大值	1 377	1 199	1 286	1 350	1 080	1 080	701	591	558
最小值	399	212	150	305	126	0	0	0	0
平均值	788	505	516	636	418	395	152	87	121
标准差	229	166	197	217	179	194	129	74	97

2.3 陕西关中地区猕猴桃施肥量与产量的关系

由农户肥料投入与猕猴桃产量间的关系 (图1) 看出, 随化肥氮磷钾投入量的增加, 产量均呈先增后减趋势, 说明化肥养分投入整体表现出报酬递减趋势。当然, 有些养分投入量在极高水平下, 产量同样很高, 如化学氮肥在 $>1\ 300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 范围内, 产量高达 $37\ 500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 但只有2户用量在该范围内, 因此这些样本数很少的平均产量不能代表整个区域的趋势。有机肥投入量与产量的关系不明显, 原因可能有两点, 首先是有机肥所提供的养分占总养分的比例较小, 所以树体生长所需的养分主要来自化肥, 有机肥对树体生长所起到的作用并不明显。其次可能是施用有机肥的量在 $0 \sim 10 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的农户比例高达57.9%, 在其他范围内施用有机肥的农户比例较少, 因此这些较少的样本数

明 (表2), 氮肥 (N) 用量平均为 $(788 \pm 229) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其中化肥提供的氮占氮肥总用量的80.7%, 有机肥提供的氮占19.3%。磷肥 (P₂O₅) 用量平均为 $(505 \pm 166) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其中化肥提供的磷占82.8%, 有机肥提供的磷占17.2%。钾肥 (K₂O) 用量平均为 $(516 \pm 197) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其中化肥提供的钾占76.6%, 有机肥提供的钾占23.4%。同时, 氮、磷、钾肥料养分总投入量中, N:P₂O₅:K₂O的平均值为1:0.64:0.66; 化肥投入量中, N:P₂O₅:K₂O的平均值为1:0.66:0.62, 与当前猕猴桃生产中氮、磷、钾推荐施用比例1:0.50:0.73^[7]相比, 陕西关中地区磷肥所占比例偏高, 钾肥所占比例偏低。另外, 施用有机肥的农户比例为91%, 有机肥的平均施用量为 $(20.7 \pm 22.9) \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 与当前猕猴桃生产中有机肥的推荐施用量 $30 \sim 65 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 相比^[7], 有机肥的施用量偏低。

不能很好的反映整个区域的趋势。

由图1A可知, 氮肥用量从 $300 \sim 400 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 提高到 $400 \sim 500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 猕猴桃产量增加, 并达到最高, 为 $39.3 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$; 当氮肥用量大于 $500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时, 随着氮肥用量的增加, 猕猴桃产量呈降低趋势。由图1B可知, 磷肥用量从 $100 \sim 200 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 提高到 $500 \sim 600 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 猕猴桃产量变化不明显, 其中以施磷量 $300 \sim 400 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的产量最高; 当磷肥用量大于 $600 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时, 随着磷肥用量的增加, 猕猴桃产量呈波动性降低趋势。由图1C可知, 当钾肥用量小于 $400 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时, 随着钾肥用量的增加, 猕猴桃产量呈波动性增加趋势。当钾肥用量大于 $400 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时, 随着钾肥用量的增加, 猕猴桃产量呈波动性降低趋势。

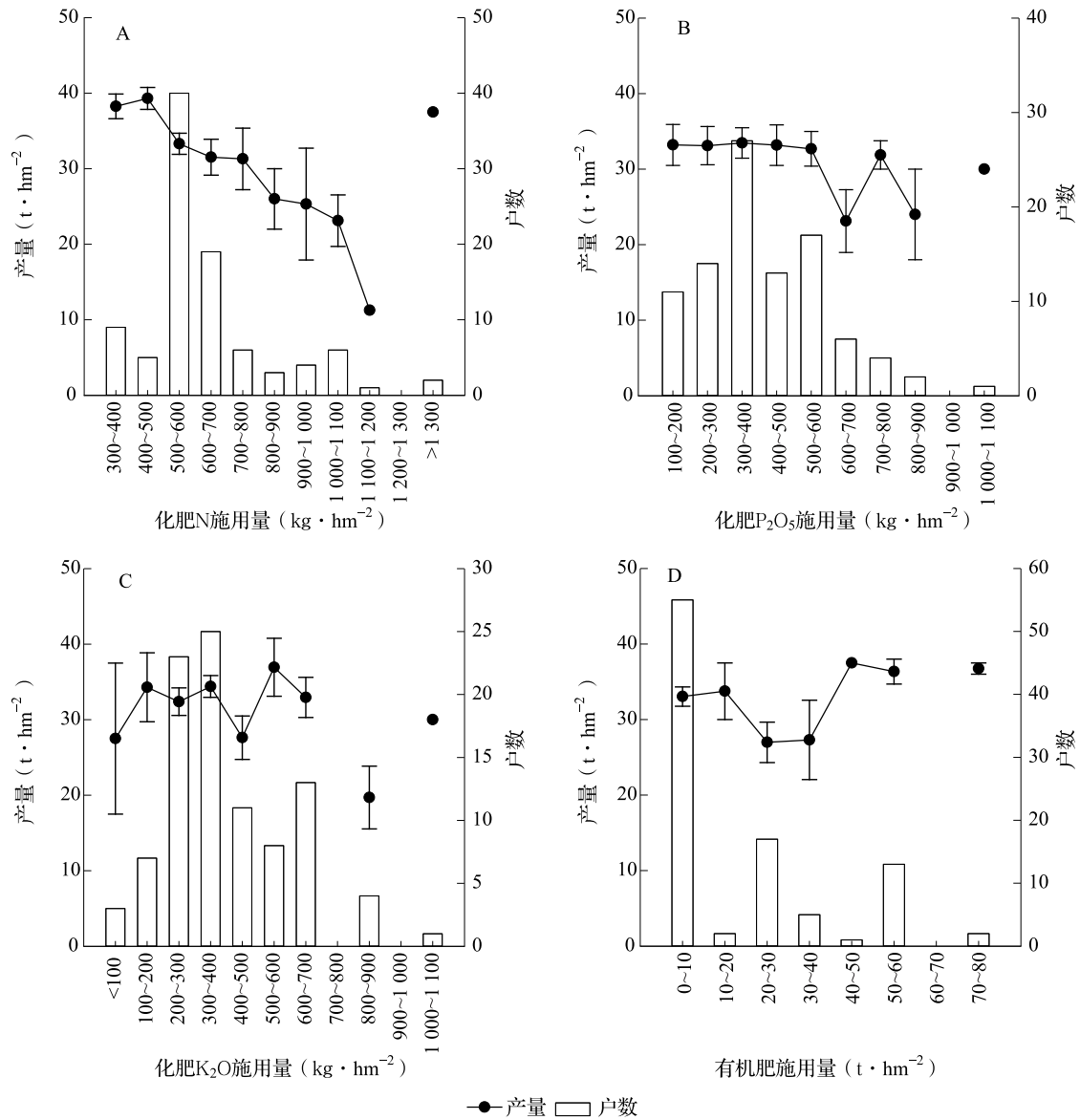


图1 陕西关中地区猕猴桃不同肥料投入水平下的农户数和产量分布

注：图中误差棒是标准误差值。

2.4 陕西关中地区猕猴桃施肥状况评价

2.4.1 陕西关中地区猕猴桃施肥量分级的确定

由于陕西关中地区猕猴桃有机肥施用量和比例均较小，另外有机肥只有一部分是速效的，另一部分只有经过微生物分解后才能被作物吸收利

用，而且有机肥中速效养分和迟效养分的比例很不确定，因此本研究在确定合理施肥量时只考虑化肥投入。养分投入分级的方法和原则是在已有试验研究和调查结果的基础上制定^[4,7,12-17]，具体结果见表3。

表3 陕西关中地区猕猴桃施肥量分级

(kg · hm⁻²)

肥料种类	施肥量				
	很低	偏低	合理	偏高	很高
N	<180	180 ~ 360	360 ~ 480	480 ~ 700	≥700
P ₂ O ₅	<90	90 ~ 180	180 ~ 260	260 ~ 400	≥400
K ₂ O	<140	140 ~ 280	280 ~ 350	350 ~ 520	≥520

2.4.2 陕西关中地区猕猴桃施肥状况评价

根据表3的化肥养分投入等级,对陕西关中地区猕猴桃养分投入进行总体评价(图2)。其中,偏低和很低即不足,偏高和很高即过量。由图2可知,农户氮磷钾肥投入合理的比例分别为6.3%、12.6%和23.2%,过量的比例分别为85.3%、76.9%和47.4%,不足的比例分别为8.4%、10.5%和29.5%。说明猕猴桃氮肥和

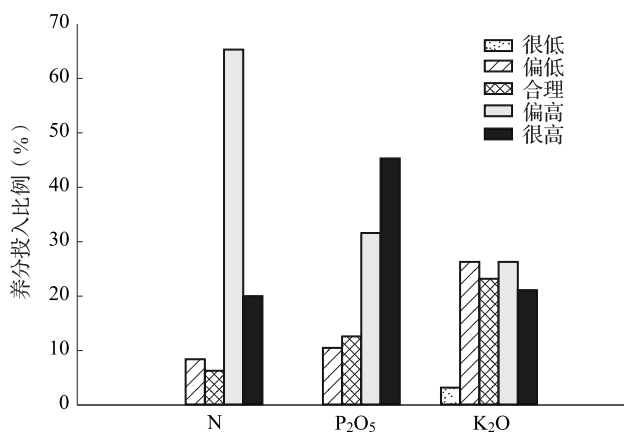


图2 陕西关中地区猕猴桃各养分不同投入水平比例分布

磷肥投入过量现象非常严重,钾肥投入过量与不足并存。

陕西关中地区猕猴桃化肥氮磷钾的过量投入比例乘以猕猴桃栽培面积^[18],可得过量投入面积,同理得到不足投入面积。再用单位面积过量投入量减去合理施肥量的上限,乘以过量投入面积,可得过量投入总量,同理得到投入不足总量。由表4可知,陕西关中地区猕猴桃化肥氮磷钾过量投入面积分别为5.20万、4.69万和2.89万hm²,不足投入面积分别为0.51万、0.64万、1.80万hm²。氮磷钾过量投入较多,分别为0.93万和0.94万t,钾肥不足投入量相对较高,为0.15万t。将化肥氮磷钾过量投入量与不足投入量平衡后,即计算过量投入量与不足投入量的差值,得到陕西关中地区猕猴桃化肥氮磷钾分别过量投入0.91万、0.92万、0.43万t。

如果化肥氮磷钾养分投入不足的农户将施肥量增加到合理水平,陕西关中地区猕猴桃产量可增加5.76万t。尤其是磷肥和钾肥的合理增加施用,产量将分别增加1.13万和4.30万t(表5)。

表4 陕西关中地区猕猴桃化肥氮磷钾投入的过量和不足

养分种类	过量比例 (%)	过量投入面积 (万hm ²)	过量投入量 (万t)	不足比例 (%)	不足投入面积 (万hm ²)	不足投入量 (万t)	过量投入量 - 不足投入量 (万t)
N	85.3	5.20	0.93	8.4	0.51	0.02	0.91
P ₂ O ₅	76.9	4.69	0.94	10.5	0.64	0.02	0.92
K ₂ O	47.4	2.89	0.58	29.5	1.80	0.15	0.43

表5 陕西关中地区猕猴桃氮磷钾增产潜力分析

养分种类	施肥不足产量 (kg·hm ⁻²)	施肥合理产量 (kg·hm ⁻²)	单位面积增产 (kg·hm ⁻²)	全区增产 (万t)
N	38 344	39 000	656	0.34
P ₂ O ₅	33 150	34 909	1 759	1.13
K ₂ O	31 768	34 176	2 408	4.30

2.5 陕西关中地区猕猴桃施用肥料种类概况

陕西关中地区猕猴桃除养分施用量不同外,肥料施用种类也不同(表6)。由表6可以看出,基肥以有机肥施用比例最大,占基肥施用种类的38.0%;其次是氮磷钾复合肥,占16.9%;再次是磷酸二铵,占13.9%。所有农户均施用追肥,追肥1次的农户比例是6.0%,追肥两次的农户比例是59.0%,追肥3次的农户比例是

35.0%。追肥以复合肥比例最大,占追肥施用种类的28.1%;其次是尿素,占21.6%;再次是磷酸二铵,占16.5%。

表6 陕西关中地区猕猴桃施用肥料种类概况

肥料种类	基肥		追肥	
	户数	比例 (%)	户数	比例 (%)
复合肥	40	16.9	65	28.1
尿素	28	11.8	50	21.6
碳酸氢铵	8	3.4	14	6.1
磷酸二铵	33	13.9	38	16.5
过磷酸钙	16	6.8	9	3.9
硫酸钾	22	9.3	25	10.8
氯化钾	0	0.0	2	0.9
硫酸亚铁	0	0.0	2	0.9
有机肥	90	38.0	26	11.3

3 讨论

猕猴桃树具有很高的经济效益,因此农民种植生产的积极性很高,但缺乏科学的施肥知识,很容易产生多施和偏施等问题。本研究中化肥 N 投入量为 $636 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 过量和不足比例分别为 85.3%、8.4%, 对应的过量和不足投入量分别为 0.93 万、0.02 万 t, 过量问题严重; 化肥 P_2O_5 投入量为 $418 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 过量和不足比例分别为 76.9%、10.5%, 对应的过量和不足投入量分别为 0.94 万、0.02 万 t, 过量问题严重。肥料投入过量不仅浪费资源, 同时对环境造成潜在威胁^[19]。关中地区猕猴桃果园土壤的氮素盈余量高达 $1\ 186.9 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[20], 磷盈余量达 $472.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[21], 土壤氮素和磷素环境负荷量较大, 对果园生产体系引起农业面源污染的威胁很高。而且过量施肥会影响果实产量。过量施氮肥会导致果树营养生长过盛, 抑制其生殖生长, 从而导致产量下降^[22]。过量施磷肥尽管能使叶绿素含量和净光合速率略有提高, 但在一定程度上却降低了红阳的结果数和产量^[23]。

本研究中化肥 K_2O 投入量为 $395 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 过量和不足比例分别为 47.4%、29.5%, 对应的过量和不足投入量分别为 0.58 万、0.15 万 t, 过量和不足问题并存。猕猴桃是喜钾作物, 钾对其生长有积极作用。钾在黄土区猕猴桃上有显著的增产效果和经济效益, 平均增产 20.2%^[24], 然而, 过量施用钾肥会使植株结果数和产量下降^[23]。

有机肥的农户施用比例为 91%, 有机肥提供的氮、磷、钾占总氮、磷、钾肥用量的比例分别为 19.3%、17.2%、23.4%。施用有机肥的农户比例较高, 但有机肥提供的养分比例低于有机肥提供的养分占总养分 60%~70% 以上的标准^[25]。有机肥的施用不仅能提高土壤肥力^[26], 还能为树体提供各种营养元素, 有机肥与氮磷钾化肥配施是猕猴桃果园养分管理的有效方法^[23], 有机肥与氮磷钾化肥配施时可提高猕猴桃果实中维生素 C 含量、可溶性总糖、可溶性固形物含量及糖酸比^[13]。因此, 陕西关中地区猕猴桃果园有机肥的投入量还需增加。

4 小结

陕西关中地区猕猴桃化肥氮磷钾投入过量比例分别为 85.3%、76.9%、47.4%, 不足比例分别为 8.4%、10.5%、29.5%, 化肥氮磷钾分别过量投入

0.91 万、0.92 万、0.43 万 t。如果化肥氮磷钾投入不足的农户将施肥量增加到合理水平, 陕西关中地区猕猴桃产量可增加 5.76 万 t。今后陕西省猕猴桃施肥中需降低氮磷肥的投入量, 合理施用钾肥, 增加有机肥的投入。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013. 68-70.
- [2] Smil V. Enriching the earth; Fritz haber, carl bosch and the transformation of world food production [M]. Cambridge: MIT Press, 2001. 102-113.
- [3] 龚伟, 颜晓元, 王景燕. 长期施肥对土壤肥力的影响 [J]. 土壤, 2011, 43 (3): 336-342.
- [4] 刘侯俊, 巨晓棠, 同延安, 等. 陕西省主要果树的施肥现状及存在问题 [J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20 (1): 38-44.
- [5] 石磊. 陕西省果树蔬菜施肥现状及对策研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [6] 康婷婷. 秦岭北麓猕猴桃园营养状况及肥料效应研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [7] 路永莉, 康婷婷, 张晓佳, 等. 秦岭北麓猕猴桃果园施肥现状与评价—以周至县俞家河河流域为例 [J]. 植物营养与肥料学报, 2016, (2): 380-387.
- [8] 胡安国, 胡嵩. 中国生态环境问题的探讨 [M]. 北京: 地质出版社, 2011. 208-209.
- [9] 梅旭荣. 中国农业环境 [M]. 北京: 科学出版社, 2011. 671-674.
- [10] 同延安. 测土配方施肥技术 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2011. 132-133.
- [11] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料养分志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999. 2-194.
- [12] 赵佐平. 陕西苹果、猕猴桃果园施肥技术研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [13] 来源, 同延安, 陈黎岭, 等. 施肥对猕猴桃产量和品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报, 2011, 39 (10): 171-176.
- [14] 王建, 同延安. 猕猴桃树体对氮素吸收、利用和贮存的定量研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14 (6): 1170-1177.
- [15] 王建, 同延安, 高义民. 关中地区猕猴桃树体周年磷素需求量动态规律研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26 (6): 119-123.
- [16] 乔继宏, 张斌, 杨苏鲜. 户县猕猴桃测土配方施肥技术 [J]. 中国农技推广, 2009, 25 (10): 41-42.
- [17] 王小英, 同延安, 刘芬, 等. 陕西苹果施肥状况评价 [J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19 (1): 206-213.
- [18] 陕西省统计局. 陕西统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2014. 263.
- [19] 高祥照, 马文奇, 杜森, 等. 我国施肥中存在问题的分析

- [J]. 土壤通报, 2001, 32 (6): 258 - 261.
- [20] 赵佐平, 闫莎, 刘芬, 等. 陕西果园主要分布区氮素投入特点及氮负荷风险分析 [J]. 生态学报, 2014, 34 (19): 5642 - 5649.
- [21] 赵佐平, 同延安, 刘智峰, 等. 陕西省果园磷素投入特点及磷负荷风险分析 [J]. 水土保持研究, 2015, 22 (5): 25 - 29.
- [22] 魏斌, 李友明, 翟广生, 等. 氮素营养对猕猴桃营养功能特征及果实产量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2015, 43 (12): 98 - 101.
- [23] 李志国, 曾华, 聂新星, 等. 施用不同氮、磷、钾肥和有机肥对‘红阳’猕猴桃生长及产量的影响 [J]. 植物科学学报, 2015, 33 (1): 98 - 108.
- [24] 何忠俊, 张广林, 张国武, 等. 钾对黄土区猕猴桃产量和品质的影响 [J]. 果树学报, 2002, 19 (3): 163 - 166.
- [25] 马国瑞. 园艺植物营养与肥料 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994. 123 - 156.
- [26] 唐继伟, 林治安, 许建新, 等. 有机肥与无机肥在提高土壤肥力中的作用 [J]. 中国土壤与肥料, 2006, (3): 44 - 47.

Fertilization evaluation of kiwifruit in Guanzhong region of Shaanxi province

HU Fan¹, SHI Lei², LI Ru², LI Shui-li², LI Xian-jun³, WANG Xiao-ying¹, TONG Yan-an^{1*} (1. College of Resource and Environment Sciences, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100; 2. Soil and Fertilizer Station of Shaanxi Province, Shaanxi Xi'an 710003; 3. Meteorological Bureau of Yangling, Yangling Shaanxi 712100)

Abstract: In order to understand the current situation of fertilization and nutrient resource input problems of farmers in kiwifruit orchards in Guanzhong region of Shaanxi province, and put forward countermeasures to solve the problems, household survey data, which were collected from the project of soil testing and formulated fertilization from 2010 ~ 2014, were used to evaluate the situation. There were totally 4 counties and 95 households. The results showed that in this area, the average yield of kiwifruit was $32.2 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, and the ratio of the households obtained the medium level yield was up to 64.2%. The rates of total N, P_2O_5 and K_2O were 788, 505, 516 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ respectively, and the chemical fertilizer rates of N, P_2O_5 and K_2O were 636, 418, 395 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ respectively. According to the nutrient fertilization level, the proportion of the households fertilized with rational level of chemical N, P_2O_5 and K_2O was 6.3%, 12.6% and 23.2%, that of the households fertilized with excessive level was 85.3%, 76.9% and 47.4%, and the proportion of the households fertilized with insufficient level occupied 8.4%, 10.5% and 29.5%, respectively. The current situation of household fertilization in kiwifruit in Guanzhong region of Shaanxi province is that nitrogen and phosphate fertilizer inputs are excessive, and potassium fertilizer is either excessive or insufficient, and organic manure inputs is insufficient. Therefore, decreasing nitrogen and phosphate fertilizer inputs, the reasonably applying of potassium fertilizer, increasing organic manure inputs should be concerned for households in Guanzhong region of Shaanxi province.

Key words: Guanzhong region of Shaanxi province; kiwifruit; fertilization; evaluation